



<UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL**

**OPTIMIZACIÓN DE UNA RUTA DE RECOLECCIÓN DE  
RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL**

**PROYECTO TERMINAL IN EXTENSO**

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA: INGENIERÍA SANITARIA

**PRESENTA**

ING. ANGEL JONATHAN CARDIEL ROCK

TUTOR: M.I FRANCISCO GUTIÉRREZ GALICIA

México D.F. a 05 de Abril del 2011



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# Índice

<b>1. Introducción .....</b>	<b>2</b>
1.1 Objetivo .....	3
1.2 Alcances.....	3
1.3 Justificación.....	3
<b>2. Metodología para el diseño de rutas de Recolección Comercial .....</b>	<b>3</b>
2.1 Factores a considerar en la Recolección Comercial .....	4
2.1.1 Equipos.....	4
2.1.1 Métodos .....	5
2.2 Diseño de macrorutas.....	6
2.3 Diseño de microrutas.....	9
<b>3. Descripción del servicio de recolección Comercial.....</b>	<b>13</b>
3.1 Zonas en que se presta el servicio.....	13
Las zonas en las que la empresa ofrece el servicio de recolección son :.....	13
3.2 Equipos y vehículos empleados .....	14
3.2.1 Costo horario .....	16
<b>4. Diseño de las rutas.....</b>	<b>18</b>
4.1 Determinar la distancia a recorrer por jornada de trabajo.....	18
4.2 Diseño de macrorutas.....	19
4.3 Diseño de microrutas.....	21
<b>5 Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>36</b>
<b>6 Referencias.....</b>	<b>37</b>

# 1. Introducción

El 8 de Octubre del año 2003, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley General para la Prevención y Gestión integral de los Residuos (LGPGIR), en donde se establece el principio de responsabilidad compartida, principio que determina la obligación de los generadores del adecuado manejo de los residuos, y en el caso de los residuos de manejo especial, la necesidad de contratar un servicio de recolección público o privado.

La LGPGIR define los residuos de manejo especial como los generados en procesos productivos y que, conforme a esta misma ley y las normas oficiales mexicanas correspondientes, no son considerados como residuos peligrosos ó urbanos. De igual manera también se les considera, como de manejo especial, a los residuos generados por grandes generadores de residuos sólidos urbanos como son tiendas departamentales o centros comerciales, por mencionar algunos ejemplos.

Por esta razón las industrias necesitan contar con un plan de manejo que permita implementar medidas de minimización en la generación y maximizar la valorización de residuos, y debe estar diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida.

Los generadores de residuos, podrán contratar los servicios de manejo con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaria, la cual previamente tenga un plan de manejo para dichos insumos basado en la minimización de sus riesgos, o bien, transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, las cuales también deberán tener un plan de manejo. En caso de contratar los servicios de manejo y disposición final, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Para esta tesina, la empresa contratada para recolección de los residuos de manejo especial es PROACTIVA AMBIENTE. Una vez recolectados, se llevan a la disposición final que es un relleno sanitario ubicado en el municipio de Tlalnepantla de Baz.

## 1.1 Objetivo

Diseñar una ruta de recolección de residuos sólidos de manejo especial en el valle de México que optimice la ruta ya existente que opera, por parte de la empresa y que dispone de los residuos de manejo especial, en el relleno sanitario del municipio de Tlalnepantla de Baz.

## 1.2 Alcances

- Se diseñará la macroruta del servicio de recolección
- Se diseñará la microruta del servicio de recolección
- Se evaluarán los beneficios económicos obtenidos en el diseño de las macro y microruta.

## 1.3 Justificación

Debido a que las industrias necesitan contar con un plan de manejo para minimizar la generación de los residuos y maximizar el valor de estos, por la legislación que regulariza este tema, distintas industrias han contratado el servicio de recolección y manejo con la empresa PROACTIVA AMBIENTE.

Actualmente esta empresa ya cuenta con una cartera de clientes establecida y con un diseño de ruta de recolección que permite dar servicio a dichas empresas e industrias, en esta tesina se diseñara una nueva ruta buscando optimizar la existente para efectos económicos, de tiempos y de distancias.

## 2. Metodología para el diseño de rutas de Recolección Comercial

En la organización del diseño de la ruta de recolección, es importante tomar en cuenta el personal y equipo disponible, así como sus factores condicionantes como son: el sistema vial, tipo de zona y la cantidad de residuos a recoger. Una vez que se conocen estos factores se procede a diseñar las macrorutas, microrutas y con éstas seleccionar la frecuencia, horario, método de recolección y forma de transportarlos para su aprovechamiento y destino final.

## 2.1 Factores a considerar en la Recolección Comercial

### 2.1.1 Equipos

Con respecto a los equipos de recolección, se sugiere que se utilicen vehículos con grandes capacidades en su carrocería y que además estén provistos de compactadores para, de alguna manera, disminuir los costos.

Las carrocerías de volteo son preferidas en lugares rurales principalmente porque son muy versátiles y muy económicas, pero no son recomendables para su uso en zonas con una alta densidad de población ya que al ser descubiertas y no tener algún tipo de sello hermético, esparcen de muy fácil manera los residuos y los lixiviados que se generan durante su transporte.

En términos generales, puede decirse que existen carrocerías para vehículos recolectores de carga lateral, trasera y frontal con mecanismo de cargas y descarga de contenedores. Estos últimos, son generalmente equipos de 12 a 30 m<sup>3</sup> de capacidad volumétrica con mecanismos de carga y descarga de contenedores, cuya capacidad varía desde 1 hasta 6 m<sup>3</sup>, según la potencia de dicho mecanismo. Su eficiencia de recolección es muy alta cuando se usa adecuadamente, por lo que no debe de ser utilizado en la recolección domiciliaria con los métodos tradicionales de esquina, acera o intradomiciliaria. Su principal uso es para la recolección de residuos sólidos de manejo especial, esto es, en centros comerciales, mercados, unidades habitacionales, multifamiliares etc.

También están los llamados equipos de recolección altamente especializados, estos equipos son los que principalmente se utilizan en la recolección comercial-industrial debido a que su uso es exclusivamente con contenedores, los cuales se ubican principalmente en mercados, hospitales, centros comerciales, industrias etc., cuya capacidad normalmente es alta, entre 6m<sup>3</sup> y 24m<sup>3</sup>. Estos sistemas no son recomendables para la recolección domiciliaria con métodos tradicionales, solo cuando se cuenta con un acceso adecuado y/o en zonas de gran generación. Prácticamente son iguales a los vehículos compactadores de carga trasera, lateral o frontal con mecanismo para contenedores, lo que los diferencia es el tamaño de los contenedores por atender.

### 2.1.1 Métodos

La recolección de los residuos sólidos urbanos se puede realizar por varios métodos, los cuales son: por contenedores, de esquina o parada fija, de acera y la recolección intradomiciliaria. Para la recolección comercial-industrial se utilizan solamente dos de estos: por contenedores y la recolección intradomiciliaria.

- **Por contenedores:** consiste en la recolección directa en los establecimientos donde existen depósitos, como son mercados, fábricas, hoteles y hospitales.

La ubicación de los contenedores o depósitos debe considerarse en sitios de fácil acceso, para que el camión pueda hacer las maniobras necesarias sin problemas.

Es importante señalar que esta forma de recolección requiere el empleo de camiones especiales, que vacíen mecánicamente los residuos de los contenedores. (SEGOB, 2004)

También para este método se tienen contenedores móviles. En éste método, el vehículo transporta el contenedor lleno a la estación de transferencia o al sitio de disposición final. Por lo general se utiliza para contenedores con capacidad mayor a 10m<sup>3</sup>.

- **La recolección intradomiciliaria:** Este método está enfocado a aquellas industrias o comercios que no cuentan con contenedores por tres principales razones: falta de espacio para la ubicación de estos, no se cuenta con las dimensiones territoriales necesarias para que entre y maniobre un camión y finalmente el volumen generado no es justificable para disponer de uno.

Este método consiste en que el operario y/o los ayudantes entran a los predios y recogen los residuos generados en cada lugar en que se contrató el servicio. (SEGOB, 2004)

## 2.2 Diseño de macrorutas

Se puede decir que el macroruteo es la asignación de vehículos recolectores a diversas áreas de la ciudad para realizar la recolección. El macroruteo se puede hacer partiendo de una población de una zona de la ciudad, de la producción de basura en kg. por habitante por día y de la frecuencia del servicio, expresado en días por semana. Se divide la ciudad en varias áreas específicas para que la recolección sea más fácil para los departamentos de recolección de residuos.

Para el macroruteo de la ruta comercial-industrial de este trabajo solamente se utilizara un camión ya que, como ya se ha mencionado anteriormente, lo que se busca es optimizar una ruta existente y por esta razón se tienen que utilizar las mismas características de la ruta original.

No únicamente se utilizará un camión para la recolección, tampoco es necesario calcular la frecuencia de recolección por generador ya que esta misma es la que se contrata, ni tampoco se necesita utilizar la densidad de población por la misma razón de ser una ruta comercial-industrial. En estos momentos, sin haber hecho algún tipo de calculo, suponemos que el camión disponible es suficiente para atender los residuos generados a lo largo de una semana.

La división en “n” áreas de recolección, requiere de tener en consideración los siguientes factores:

- Las fronteras naturales como son ferrocarriles, carreteras o calles muy transitadas y los ríos o canales que atraviesan la ciudad.
- El tiempo y la distancia empleadas para un viaje redondo hasta el sitio de disposición final.

Se debe de tomar en cuenta que las macrorutas son áreas compactas, que generalmente comprenden colonias o barrios enteros, y que se diseñan con la finalidad de que, en las áreas determinadas, se realice un recorrido específico con el vehículo, que cubra la mayor cantidad de generadores y con la mayor eficiencia en carga.

No existe algoritmo o programa para macrorutear, el diseñador de las macrorutas, contando con los elementos descritos, dividirá la ciudad en n áreas iguales, de tal forma que cada una de esas áreas genere aproximadamente la cantidad de basura que llene un camión durante su recorrido dentro de estas. Como se mencionó antes, se deberán de tomar en cuenta las áreas ya conformadas de la ciudad, las barreras naturales, el equipo con el que se cuenta, etc.



Básicamente el macroruteo consiste en dos etapas: proyecto de gabinete y ajuste de campo; en el primero se hace el cálculo teórico de las necesidades u áreas asignadas a cada vehículo, y en el segundo se afinan los contornos de las mismas para balancearlos y nivelar las cargas de trabajo entre las diferentes cuadrillas.

En forma general, se puede decir que el diseño de las macrorutas se puede llevar a cabo de la siguiente manera:

### *Sectorización.*

La sectorización es la primera etapa del diseño de las rutas, la cual consiste en dividir la ciudad en sectores, de manera que cada sector asigne a cada equipo de recolección una cantidad más apropiada de trabajo, utilizando toda su capacidad (véase figura 1).

Como criterios para definir los sectores se consideran distancias a los generadores desde el punto de encierro o de disposición y entre ellos, cerros, cañadas, ríos, calles, avenidas, vías férreas, etc.

Cada sector se debe dividir en zonas que serán cubiertas por un vehículo recolector durante la semana. Para realizar esto se debe contar con la siguiente documentación.

- Planos que contengan: urbanización, áreas pavimentadas, topografías y tipos de disposición y/o tratamientos.
- Zonas de vialidad y el tránsito con sus respectivos horarios.
- Localización de los generadores.
- Método de recolección a utilizar y
- Frecuencia de recolección.

3 sectores para 3 camiones

14 subsectores

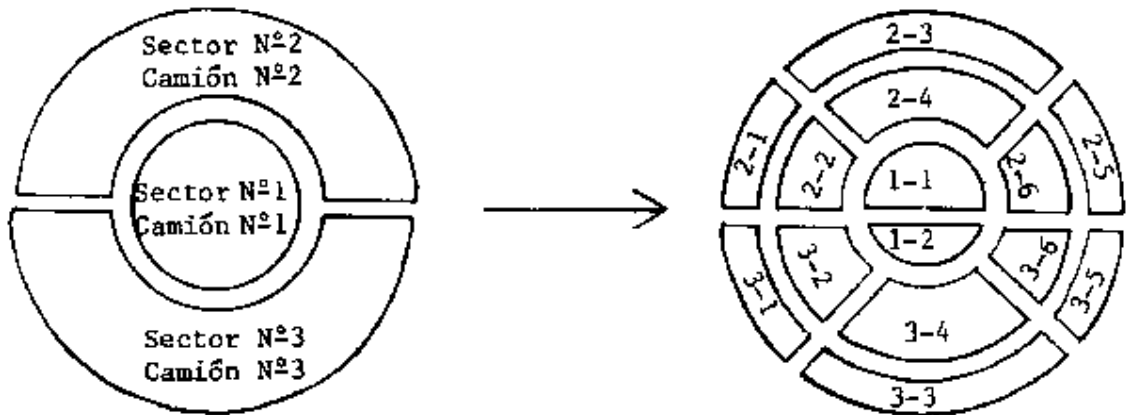


Figura 1. Zonificación del sector (Las zonas de los sectores es lo mismo que macrorutas). (Sakurai, 1980)

Para obtener los sectores o las macrorutas de este trabajo, se calculó la distancia máxima que podía recorrer el camión recolector en una semana, sin exceder una jornada de trabajo a una velocidad promedio de 30km/hr, un tiempo para hacer la recolección de 5 min por cada generador, 40 min que utilizan los trabajadores para vestirse y cambiarse y, 20 min de la descarga del camión en el relleno sanitario por cada ocasión. Mas adelante se detallará la obtención de los sectores.

### 1. Producción de residuos.

Es necesario disponer de la cantidad, ton ó m<sup>3</sup>, durante una semana y dividir la carga total por siete días. El cálculo puede hacerse para toda una ciudad, pero como suele haber variaciones para las diferentes zonas de la misma, se obtienen valores más exactos si la determinación se efectúa para cada sector.

### 2. Frecuencia de la recolección.

La frecuencia de recolección va a estar determinada por la generación de residuos que se tenga es decir, cada generador que contrate el servicio tiene que dar el dato de cuantas veces a la semana necesita la recolección y con este dato se determina la frecuencia.

### 3. *Capacidad del vehículo.*

La capacidad depende del volumen de la caja y del peso que alcanzan los residuos sólidos al ser compactados. Con esta capacidad de los vehículos y con la frecuencia de recolección, se puede sectorizar las áreas de recolección.

#### **2.3 Diseño de microrutas**

Microruta es el recorrido específico que deben cumplir diariamente los vehículos de recolección en las áreas en donde han sido asignados, con el fin de recolectar en la mejor manera posible los residuos sólidos generados en dicha área.

En general la distribución de rutas involucra una serie de dificultades dado que no es un hecho trivial, el designar la ruta óptima a seguir entre dos puntos determinados, considerando las restricciones que esto conlleva, si se toma en cuenta el método de recolección, las vialidades existentes, los horarios, etc. (SEDESOL, 1998)

El diseño de microrutas comerciales debe hacerse con base en una serie de factores variables de acuerdo con la zona en estudio, los cuales se enuncian a continuación:

- Plano que contenga; trazo urbano, topografía, ancho y tipo de calles y tipos de disposición final.
- Método de recolección.
- Equipo de recolección.
- Generación de residuos sólidos.

Existen reglas básicas para el diseño de las rutas de recolección, a continuación se enlistan las aplicables para la recolección industrial estas reglas son las siguientes:

- Tratar de aumentar la distancia productiva en relación a la distancia total.
- Los recorridos no deben fragmentarse ni traslaparse. Cada uno debe consistir en tramos que queden dentro de la misma área de la ciudad.
- El comienzo de una ruta debe estar cerca del garaje y el término cerca del lugar de disposición de los residuos sólidos.
- En lugares con colinas o fuertes desniveles del terreno el recorrido debe procurar hacerse desde la parte alta hacia la baja.
- Debe respetarse el sentido de la circulación y la prohibición de ciertos virajes
- Conviene evitar los giros a la izquierda y las vueltas en U porque hacen perder tiempo, son peligrosos y obstaculizan el tránsito.
- No se debe permitir que haya estacionamiento de vehículos cerca del área en donde se encuentran los contenedores.

El diseñador de rutas deberá tomar en consideración lo indicado en diversos métodos y algoritmos utilizados, para facilitar su trabajo y contar con pre diseños factibles que necesariamente se probarán en campo, con lo cual lo que se busca es encontrar la ruta más corta en distancia o en tiempo a fin de que el costo del servicio sea el mínimo. Para ello existen métodos determinísticos y heurísticos que a continuación se describen.

### *2.3.1 Métodos determinísticos para el diseño de microrutas.*

En forma general se puede decir que los métodos determinísticos son los más recomendables para el diseño de microrutas, ya que en ellos se pueden involucrar todos los parámetros que inciden en el diseño de las rutas de recolección de residuos. Además con este tipo de métodos sí se obtienen rutas óptimas de recolección de residuos sólidos.

Los dos métodos determinísticos más usados para el diseño de la microrutas son:

- Algoritmo del problema de agente viajero, utilizado para diseñar rutas que utilizan el método de parada fija y el de contenedores.
- Algoritmo del problema del cartero chino, utilizado en los métodos de acera e intradomiciliario.

Así mismo no se contempla la intervención de otras unidades de recolección con capacidad de transporte variable y costos unitarios variables. Esto es, si una cuadrilla asignada a una microruta de recolección no termina su meta, no puede haber otra cuadrilla disponible para completar la misión no finalizada.

### *2.3.2 Método heurístico para el diseño de microrutas.*

Algunos lineamientos heurísticos que deberían ser tomados en consideración cuando se planean las rutas de recolección, son las siguientes:

- Existencia de políticas y regulaciones relativas a detalles como el punto de recolección y la frecuencia de recolección.
- Características de los vehículos como son el tamaño del equipo y el tipo de camión que deben ser coordinados.
- El último contenedor que se va a recolectar debe de estar localizado lo más cerca del sitio de disposición final.
- Los desechos generados en las localidades de tráfico congestionado, deberían ser recolectados lo más temprano del día que sea posible, o en un horario en el que el tráfico afecte lo menos posible el recorrido del vehículo.
- En puntos dispersos, en donde pequeñas cantidades de desechos sólidos son generados y que reciben la misma frecuencia de recolección, deberán, si es posible, ser servidos durante un viaje o en el mismo día.

Un servicio de recolección y transporte de residuos sólidos será eficiente cuando cumpla con los siguientes objetivos:

- Atender a todo cliente en forma sanitaria y con una frecuencia adecuada.
- Aprovechar toda la capacidad de los vehículos recolectores (no debe haber viajes con carga incompleta).
- Aprovechar toda la jornada legal de trabajo del personal.
- Minimizar los recorridos improductivos en las rutas, es decir, que haya pocos traslados sin estar recogiendo basura y que no pase el vehículo varias veces por la misma calle.
- Minimizar los costos en tanto no se afecte el aspecto sanitario, lo que es una consecuencia de los puntos anteriores.
- Disponer de equipos de reserva para efectuar mantenimiento preventivo y poder cumplir con los programas previstos.

Los pasos generales involucrados en el establecimiento de las rutas de recolección incluyen:

- Preparación de mapas de localización mostrando datos pertinentes e información concerniente a las fuentes de generación de desechos.
- Análisis de datos y si es requerido, preparación de información en tablas resumidas
- Distribución preliminar de rutas
- Evaluación de las rutas preliminares y el desarrollo de las rutas balanceadas por pruebas sucesivas.

En el medio mexicano el sistema más usado, tradicionalmente, para el diseño de rutas de recolección de los residuos sólidos urbanos ha sido en base al juicio y experiencia del jefe de limpia, o bien de los choferes de los vehículos recolectores. Obviamente que el criterio y experiencia tanto del jefe de limpia como de los choferes, no es siempre el mejor, por lo cual la mayoría de las rutas de recolección diseñadas por ellos dejan mucho que desear en cuanto a aspectos de operación y funcionamiento. Un mal diseño de rutas de recolección, trae como consecuencia, graves daños al sistema de recolección. (SEDESOL, 1997)

- *Mejora ruta a ruta.*

El analista va generando rutas solución hasta llegar a una ruta que le parezca satisfactoria; utilizando soluciones heurísticas. Esta solución empírica no garantiza una solución óptima pero sí una solución práctica.

- *Eliminación de las rutas menores.*

Nuevamente se basa en consideraciones heurísticas, es decir que secciones de la ruta le hacen alejarse de lo óptimo; y en consecuencia el costo de una sección de la ruta rebasa el límite superior (o capacidad del vehículo recolector).

Casi todos los investigadores sugieren el uso de consideraciones heurísticas para reducir los costos de computación y aceptar soluciones factibles mejor que buscar infinitamente una solución óptima. (SEDESOL, 1997)

### **3. Descripción del servicio de recolección Comercial**

#### **3.1 Zonas en que se presta el servicio**

Las zonas en las que la empresa ofrece el servicio de recolección son :

- Naucalpan de Juárez; Edo. México.
- Tlalnepantla de Baz; Edo. México.
- Ecatepec de Morelos; Edo. México.
- Delegación Gustavo A. Madero; Distrito Federal.
- Delegación Azcapotzalco; Distrito Federal.
- Delegación Iztapalapa; Distrito Federal.

## 3.2 Equipos y vehículos empleados

El equipo que se utilizará en este análisis será un camión recolector de carga frontal tipo “toro” modelo TAURUS 40 con capacidad de 40yd<sup>3</sup> (véase figura 2). Con las siguientes características:

- Capacidad volumétrica: 40 yd<sup>3</sup>
- Longitud de carrocería: 735cm (Sin contar copete)
- Ancho de la carrocería: 265cm
- Altura de la carrocería: 291cm
- Piso de la tova receptora en placa de acero de ¼” calidad AH-55.
- Piso de la caja en placa de acero de 3/16” calidad AH-55.
- Laterales de la caja en lámina de acero calibre 10 pretensado semihelíptico en calidad AH-55.
- Techo de la caja en lámina de acero calibre 10 pretensado semihelíptico en calidad AH-55.
- Escalerilla lateral de acceso superior.
- Tapa superior de alimentación en lámina de acero calibre 12, con estructura en PTR de 2” x 2” con correderas en NYLAMID.
- Tapa trasera abombada en lámina calibre 10 con estructura HSS de 4” x 4” en ¼” de espesor.
- Capacidad de levante de los brazos de 8,000 lbs
- Cilindro de tapa superior de 2 ½” de diámetro.
- Cilindro eyector-compactador telescópico de tres secciones trabajando en forma de tijera para óptimo desempeño con divisor de flujo.
- Cilindros de levante de los brazos frontales de 4 ½” con flecha de 2”.
- Cilindros del tenedor frontal de 4” de diámetro con flecha de 2”.
- Cilindros de apertura de puerta trasera de 3” de diámetro con flecha de 1 ½” de diámetro.
- Tanque de aceite de 60 galones.
- Bomba hidráulica de engranes.
- Electroválvula de 12/24 volts con cinco funciones y válvula de aluminio de presión reducida a 400lbs con estrangulamiento para generar una contrapresión y obtener un correcto funcionamiento de sistema hidráulico.



- Consola de controles electrónicos de acero inoxidable al interior de la cabina con cinco funciones, paro de emergencia, luces indicadoras y pastilla termo magnética de protección general.
- Indicador de cada función en placa grabada por medio de laser en dos tonos.
- Cámara de video en parte trasera con monitor al interior de la cabina, visión nocturna y audio exterior de comunicación.
- Tina de lixiviados en parte trasera con capacidad de 80 l con válvula de descarga de 1 ½" de diámetro.
- Pernos en acero 4140 con tratamiento térmico.
- Brazos formados en HSS de 8" x 3" en 3/8" de espesor con refuerzos en placa de ½" en zonas críticas de trabajo.
- Barra de giro para brazos de 4 ¼" de diámetro.
- Bujes de giro para brazos en bronce SAE 62 de 4 ½" de diámetro interior por 4" de longitud, insertados en medias lunas de acero maquinadas y con tratamiento térmico.
- Ángulo formado en placa de ¾" de espesor por 6" x 6" y longitud de 2.5m para soportar las medias lunas de giro para brazos.
- Guantes de brazos con conexión a la barra de giro en placa de 2" de espesor, fijadas con tornillería grado 5 de 1 ½" por 12" de longitud.
- Descarga de la basura por medio de los cilindros eyectores-compactadores, no realiza volteo para lograr una mejor estabilidad y evitar volcadura.
- Presión de operación del sistema de 2,200lbs.
- Primario anticorrosivo en interiores.
- Primario anticorrosivo y acabado alquídlico de color a elegir.
- Luces LED de acuerdo a lo dispuesto por la SCT.

Instalado en chasis cabina marca VOLVO modelo VL de 64,000 lbs de PBV. El costo de este equipo es de \$2,095,000.00 + 16%IVA.



Figura 2. Camión recolector marca ECA , modelo TAURUS 40

### 3.2.1 Costo horario

Para efectos de este trabajo se calculó el costo horario del camión. El costo horario de cualquier maquinaria esta en función de: cargos fijos (depreciación, inversión, seguros y mantenimiento), cargos por consumo (combustibles, lubricantes y llantas) y cargo por operación.

Cabe señalar que a pesar de que el operador siempre viene con un ayudante, el costo que implica este trabajador no es calculado y por lo mismo no esta incluido en el análisis de los precios en este trabajo ya que no es un costo que afecte el resultado final, es decir, se calcule o no el resultado es el mismo.

A continuación se presenta el cálculo del costo horario del camión recolector en cuestión, antes se debe aclarar que no es exacto este cálculo ya que no se pudo disponer de toda la información necesaria para calcularlo, sin embargo el valor del costo horario obtenido es muy cercano.

## Descripción

Clave: CREC

Camion Recolector

Unidad : hora

Fecha :

28-feb-11

### Datos Generales

Vad = Valor de adquisición =	\$2,095,000.00	Pnom = Potencia nominal =	280.00000 hp
Pn = Valor de llantas =	\$55,000.00	Tipo de combustible:	Diesel
Pa = Valor de piezas especiales =	\$2,500.00	Pc = Precio del combustible =	\$8.72 litro
Vm = Valor neto = Vad-Pn-Pa =	\$2,037,500.00	Fo = Factor de operación =	1
r = Factor de rescate =	0.2	Cc = Capacidad del cárter =	0.00 l
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	407500.00	Tc = Tiempo de cambio de aceite =	0.00 hrs
i = Tasa de interés =	4.9% anual	Fl = Factor de lubricante =	0.003
s = Prima de seguros =	2.00% anual	Pac = Precio del aceite =	\$60.00 litro
Ko = Factor de mantenimiento =	0.3	Vn = Vida económica de llantas =	3840.00 hrs
Ve = Vida económica =	12530.00 hr	Cco = Coeficiente de combustible =	0.094
Va = Vida económica de piezas especiales =	5012.00 hr	Gh = Cantidad de combustible = Fo*Pnom*Cco =	26.32000 lts/hr
Hea = Tiempo trabajado por año =	2506 hr	Ah = Cantidad de aceite = Fo*Pnom*Fl =	0.84000 lts/hr
K = Coeficiente de almacenaje =	0.3		
		Ga = Consumo de aceite entre cambios = Cc/Tc =	0.00000 lts/hr

Clave	Fórmula	Operaciones	Total
<b>Cargos Fijos</b>			
Depreciación:		$D = (Vm - Vr) / Ve = (2037500.00 - 407500.00) / 12530.00 =$	\$130.09
Inversión:		$Im = [(Vm + Vr) / 2Hea]i = [(2037500.00 + 407500.00) / 2 * 2506.00] 0.049000 =$	\$23.90
Seguros:		$Sm = [(Vm + Vr) / 2Hea]s = [(2037500.00 + 407500.00) / 2 * 2506.00] 0.020000 =$	\$9.76
Mantenimiento:		$Mn = Ko * D = 0.30000 * 130.09 =$	\$39.03
Almacenamiento:		$A = K * D = 0.30000 * 130.09 =$	\$39.03
		<b>Total de Cargos Fijos</b>	<b>\$241.81</b>
<b>Consumos</b>			
COMBUSTIBLES	$Co = Gh * Pc =$	$26.32000 * 8.72 =$	\$229.51
LUBRICANTES	$Lb = (Ah + Ga)Pac =$	$(0.84000 + 0.00000)60.00 =$	\$50.40
ACEITE HID			\$6.98
LLANTAS	$N = Pn / Vn =$	$55000.00 / 3840.00 =$	\$14.30
PIEZAS ESPECIALES	$Ae = Pa / Va =$	$2500.00 / 5012.00 =$	\$0.50
		<b>Total de Consumos</b>	<b>\$301.69</b>

### Operación

Sn = Salario tabulado = \$171.43

Fsr = Factor de salario real = 1.40000

Sr = Salario real de operación = Sn \* Fsr = \$240.00

Ht = Horas efectivas por turno de trabajo = 8.00

Po = Sr / Ht = 240.00 / 8.00 =

\$30.00

**Total de Operación**

**\$30.00**

**Costo Horario**

**\$573.50**

**Tabla 1. Costo horario del camión recolector.**

## 4. Diseño de las rutas

Anteriormente en este trabajo se menciona la manera en que se obtuvieron los sectores, a continuación se presenta el cálculo completo de esta obtención.

### 4.1 Determinar la distancia a recorrer por jornada de trabajo.

- Cantidad promedio a recoger: En total se tienen 459 yd<sup>3</sup> de residuos de manejo especial para 99 servicios contratados a la semana.

$$\bar{v} = \frac{459}{99} = 4.64 \text{ yd}^3$$

$$4.64 \text{ yd}^3 \times 0.76 \text{ m}^3 / \text{yd}^3 = 3.54 \text{ m}^3 / \text{servicio}$$

- Los residuos se compactan a una relación de 0.4 ton/m<sup>3</sup> por lo tanto el peso promedio recolectado por servicio es de:

$$3.54 \text{ m}^3 \times 0.4 \text{ ton/m}^3 = 1.42 \text{ ton/servicio}$$

- Si la capacidad del camión es de 12 toneladas, tenemos entonces:

$$\frac{12 \text{ ton}}{1.42 \text{ ton/servicio}} \approx 8 \text{ servicios de } 1.42 \text{ ton}$$

- El tiempo que se necesita para atender cada servicio, es de 5 min. De tal manera que el tiempo que el camión toma en recolectar los 8 servicios es de 40 min.

- El tiempo que tardan los trabajadores en cambiarse es de 40min, 20min en vestirse y 20min en desvestirse.
- En descargar los residuos recolectados en el relleno sanitario por cada viaje, el camión tarda 20min.
- Una jornada de trabajo es de 480min (8hr). Entonces, tomando en cuenta los tiempos anteriormente descritos. el tiempo total que toma un camión en hacer su recorrido es de:

$$480 \text{ min} - 40 \text{ min} - 40 \text{ min} - 20 \text{ min} = 380 \text{ min}$$

- La velocidad promedio del camión recolector es de 30 km/hr por lo tanto

$$\frac{380 \text{ min}}{60 \text{ min/hr}} = 6.25 \text{ hr} \times 30 \text{ km/hr} = 190 \text{ km}$$

- Esta es la distancia que debe recorrer como máximo por jornada para asegurar tener la capacidad de atender los 8 servicios al día con contenedor promedio de 1.42ton = 4.6yd<sup>3</sup>, en una jornada de 8hr.

## 4.2 Diseño de macrorutas

Las macrorutas se diseñaron de la siguiente manera:

1. Partiendo del relleno sanitario, se obtiene una circunferencia de  $r = \frac{190}{3} = 63.3 \text{ km}$ . Esta circunferencia sera el área de recolección.
2. Con esta área, se obtienen porciones de la circunferencia que sean equivalentes a un triangulo equilátero de 63.3km. (Véase figura 3)

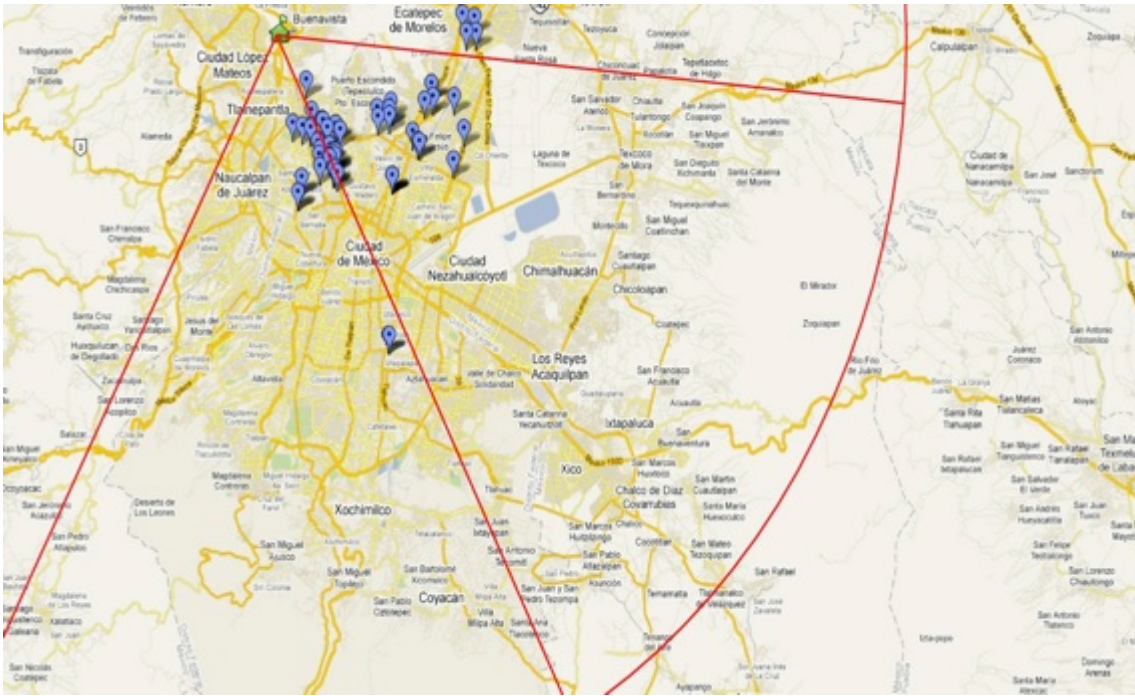


Figura 3. Área total con generadores a rutear.

Se puede observar que el radio calculado excede por mucho en distancia a la existente con el generador más lejano “GELATINAS ART SA DE CV”

Tomado en cuenta las frecuencias, capacidades y distancias al relleno sanitario, se modificaron un poco las secciones obtenidas de tal forma que a criterio quedaron mejor distribuidas.

3. En la siguiente imagen (Figura 4) se ven los tres sectores que se utilizaron para este trabajo, se marcaron de color verde los generadores que tienen una frecuencia de un día a la semana, en color amarillo lo que se recolectan dos veces por semana, en color rojo si se recolectan tres veces a la semana y en color azul si su recolección es de cinco días a la semana.

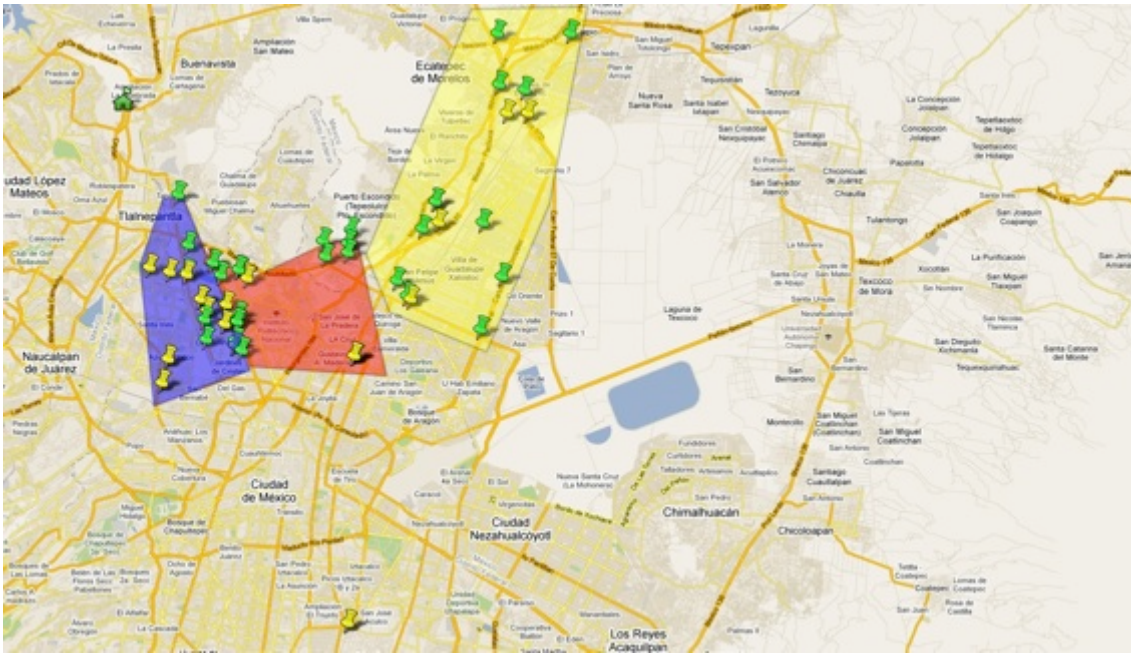


Figura 4. Sectores definidos

### 4.3 Diseño de microrutas

Los tres sectores obtenidos anteriormente van a ser recolectados dos veces por semana esto es, el sector 1 hará su recolección los Lunes y Jueves, el sector dos Martes y Viernes y por último, el sector tres recolectara los días Miércoles y Sábado.

El generador “Gelatinas ART SA de CV” se encuentra bastante lejos del relleno sanitario y además no tiene cerca algún otro generador. La recolección en este generador esta contratada dos veces a la semana, se tomó la decisión de recolectarlo los días Miércoles y Sábados porque el sector 3 tiene menos generadores y será más fácil desviar la ruta para dar servicio a este generador.

La forma en que se fueron trazando cada una de las microrutas fue con una tabla en Excel programada de tal manera que, al ingresar la distancia existente entre generadores y la capacidad del contenedor a recolectar por generador, automáticamente calculaba la distancia recorrida, la capacidad restante en el camión y el tiempo gastado en esa microruta.

Para calcular la distancia entre cada uno de los generadores se utilizó la herramienta de medición de distancias que incluye GOOGLE MAPS®. Cabe mencionar que se siguió prácticamente al pie de la letra la teoría al momento de trazar la microruta, solo en casos especiales no se pudo seguir las recomendaciones ya que las condiciones geográficas no lo permitían.



Originalmente la ruta estaba diseñada con un tiempo de recorrido semanal de 44.63 hr y 850.47 km recorridos, esto equivalía a un costo semanal de \$25,596.45. A continuación se presenta en tabla la ruta de recolección original:

NOMBRE CORTO	INVENTARIO	CAPACIDAD (yd3)	L	M	MI	J	V	S
GAS Y SERVICIO SA DE CV	0001	6						X
INDUSTRIAL MEXICANA DE HULES	0002	2			X			
JOSE GOMEZ CAMACHO, S.A. DE CV.	0003	3					X	
PROMOCIONES NACIONALES DE MUEBLES	0004	2			X			
TOALLAS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.	0005	3		X				
REPRO 3:16 S.A. DE C.V.	0006	4				X		
MAQUILADOS DE ELASTOMEROS S.A. DE C.V.	0007	8					X	
MAQUILADOS DE ELASTOMEROS S.A. DE C.V.	0008	8					X	
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. CEYLAN	0009	2						X
PRAXAIR MEXICO S. DE R.L. DE C.V.	0010	8						X
CLUB CAMPETRE EL COPAL S.A. DE C.V.	0011	4	X					
INGENIERIA Y DISEÑO ELECTROMECHANICO S.A. DE C.V.	0012	3				X		
FLAGASA DE C.V.	0013	6		X			X	
FLAGASA DE C.V.	0014	2		X			X	
SCANIA DE MEXICO S.A DE C.V.	0015	6	X					
HARINERA LA ESPIGA S.A DE C.V.	0016	8		X			X	
HARINERA LA ESPIGA S.A DE C.V.	0017	8		X			X	
AUTOBUSES DE LA PIEDAD S.A. DE C.V.	0018	4				X		
SUPER SERVICIO ARAGÓN S.A. DE C.V.	0019	3						X
SUPER SERVICIO NIZA S.A. DE C.V.	0020	2						X
SUPER SERVICIO META S.A. DE C.V.	0021	3						X
SIEGFRIED RUEIN S.A DE C.V.	0022	4		X			X	
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0023	2				X		
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0024	3				X		
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0025	3				X		
GAS METROPOLITANO S.A DE C.V.	0026	8				X		
EMPRESA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Y DE TRANSPORTES S. DE R.L. DE C.V.	0027	8				X		
ACEROS FORTUNA S.A. DE C.V. #21	0028	2	X					
ACEROS FORTUNA S.A. DE C.V.#31	0029	3	X		X		X	
MULTICARGA S.A. DE C.V.	0030	2			X			
DISEÑO Y METALMECANICA S.A. DE C.V.	0031	8		X				
LO MEJOR EN LIMPIEZA Y BRILLO (CETRAM FORTUNA)	0032	6	X					
OKILA S.A. DE C.V.	0033	3		X		X		
TRANSFORMADORA INDUSTRIAL METALICA S.A. DE C.V.	0034	4					X	
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0035	8	X	X	X	X	X	
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0036	8		X		X		
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. SAN FELIPE	0037	3	X			X		
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. DOBELAS	0038	2	X			X		
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V.LAS AMERICAS	0039	3	X			X		
LA NUEVA COMPAÑIA COLONIAL S.A. DE C.V.	0040	4			X			
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. AZCAPOTZALCO	0041	3			X			X
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. AZCAPOTZALCO	0042	6			X			X
ESTACIÓN DE SERVICIO SUAVAGE S.A DE C.V	0043	3						X
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. 1o DE MAYO	0044	2				X		
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. FERROVALLE	0045	2	X			X		
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. VALLEJO	0046	2						X
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. CEYLAN	0047	2	X			X		
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. SAN JUAN DE ARAGON	0048	2		X			X	
TRANSPORTES DEL NORTE MEXICO LAREDO Y ANEXAS S.A. DE C.V. VALLEJO	0049	2					X	
ID MAGO S.A. DE C.V.	0050	2				X		
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. GRAN CANAL	0051	2	X					
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. IZTACALA	0052	3	X			X		
ESTACION DE SERVICIO VENTA DE CARPIO S.A. DE C.V.	0053	3						X
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. VALLEJO	0054	3		X		X		
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. VALLEJO	0055	3		X		X		
SIEGFRIED RUEIN S.A DE C.V.	0056	3		X				
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. SAN JUAN DE ARAGON	0057	6		X			X	
GELATINAS ART S.A. DE C.V.	0058	6			X			X
COMPAÑIA DISTRIBUIDORA DE PERIODICOS, LIBROS Y REVISTAS S.A. DE C.V.	0059	6					X	
REGIO GAS S.A. DE C.V. MORELOS	0060	6	X			X		
BDF MEXICO S.A DE C.V	0061	6	X	X	X	X	X	
GELATINAS ART S.A. DE C.V.	0062	8			X			X
BDF MEXICO S.A DE C.V	0063	8	X	X	X	X	X	

Tabla 2. Ruta original.



NOMBRE CORTO	INVENTARIO	L	M	MI	J	V	S	CAPACIDAD (yd3)	ACUMULADO (yd3)	RESTANTE (yd3)	DISTANCIA DESDE P ANT	DISTANCIA RECORRIDA	TIEMPO RECORRIDO (hr)	TIEMPO ACUMULADO (hr)	TIEMPO RESTANTE (hr)	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>																<b>7.67</b>
LO MEJOR EN LIMPIEZA Y BRILLO (CETRAM FORTUNA)	0032	X						6	6	34	13.48	13.48	0.53	0.53	7.13	
DISEÑO Y METALMECANICA S.A. DE C.V.	0031	X						8	14	26	2.53	16.01	0.17	0.70	6.97	
COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA DE PERIODICOS, LIBROS Y REVISTAS S.A. DE C.V.	0059	X						6	20	20	1.01	17.02	0.12	0.82	6.85	
MULTICARGA S.A. DE C.V.	0030	X						2	22	18	2.83	19.85	0.18	1.00	6.67	
FLAGASA DE C.V.	0013	X			X			6	28	12	1.48	21.33	0.13	1.13	6.54	
FLAGASA DE C.V.	0014	X			X			2	30	10	0.00	21.33	0.08	1.21	6.46	
INDUSTRIAL MEXICANA DE HULES	0002	X						4	34	6	0.09	21.42	0.09	1.30	6.37	
SIEGFRIED RUEIN S.A DE C.V.	0056	X						3	37	3	1.15	22.58	0.12	1.42	6.25	
ACEROS FORTUNA S.A. DE C.V.#31	0029	X		X		X		3	40	0	5.05	27.63	0.25	1.67	6.00	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											13.27	<b>40.90</b>	0.78	<b>2.45</b>	<b>5.22</b>	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>																<b>5.22</b>
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. FERROVALLE	0045	X			X			2	2	38	10.80	10.80	0.44	0.44	4.78	
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. IZTACALA	0052	X			X			3	5	35	1.34	12.14	0.13	0.57	4.65	
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. VALLEJO	0054	X			X			3	8	32	6.48	18.62	0.30	0.87	4.35	
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. VALLEJO	0055	X			X			3	11	29	0.00	18.62	0.08	0.95	4.27	
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. AZCAPOTZALCO	0041	X			X			3	14	26	1.46	20.08	0.13	1.09	4.13	
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. AZCAPOTZALCO	0042	X			X			6	20	20	0.00	20.08	0.08	1.17	4.05	
BDF MEXICO S.A DE C.V	0061	X	X	X	X	X		6	26	14	4.86	24.94	0.25	1.41	3.81	
BDF MEXICO S.A DE C.V	0063	X	X	X	X	X		8	34	6	0.00	24.94	0.08	1.50	3.72	
SIEGFRIED RUEIN S.A DE C.V.	0022	X			X			4	38	2	1.52	26.46	0.13	1.63	3.59	
ACEROS FORTUNA S.A. DE C.V. #21	0028	X						2	40	0	6.21	32.67	0.29	1.92	3.30	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											7.53	<b>40.20</b>	0.58	<b>2.51</b>	<b>2.71</b>	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>																<b>2.71</b>
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. CEYLAN	0047	X			X			2	2	38	10.35	10.35	0.43	0.43	2.28	
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0035	X	X	X	X	X		8	10	30	3.57	13.92	0.20	0.63	2.08	
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0036	X			X			8	18	22	0.00	13.92	0.08	0.71	2.00	
HARINERA LA ESPIGA S.A DE C.V.	0016	X			X			8	26	14	1.38	15.30	0.13	0.84	1.87	
HARINERA LA ESPIGA S.A DE C.V.	0017	X			X			8	34	6	0.00	15.30	0.08	0.93	1.79	
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. CEYLAN	0009	X						2	36	4	2.16	17.46	0.16	1.08	1.63	
PROMOCIONES NACIONALES DE MUEBLES	0004	X						2	38	2	1.41	18.86	0.13	1.21	1.50	
TOALLAS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.	0005	X						2	40	0	3.63	22.50	0.20	1.42	1.30	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											6.80	<b>29.30</b>	0.89	<b>2.31</b>	<b>0.40</b>	

Tabla 3. Microruta día Lunes

Tabla 4. Microruta día Martes

NOMBRE CORTO	INVENTARIO	L	M	MI	J	V	S	CAPACIDAD (yd3)	ACUMULADO (yd3)	RESTANTE (yd3)	DISTANCIA DESDE P ANT	DISTANCIA RECORRIDA	TIEMPO RECORRIDO (hr)	TIEMPO ACUMULADO (hr)	TIEMPO RESTANTE (hr)	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>					<b>7.67</b>
MAQUILADOS DE ELASTOMEROS S.A. DE C.V.	0007		X					8	8	32	23.22	23.22	0.86	0.86	6.81	
MAQUILADOS DE ELASTOMEROS S.A. DE C.V.	0008		X					8	16	24	0.00	23.22	0.08	0.94	6.73	
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. SAN JUAN DE ARAGON	0048		X			X		2	18	22	0.00	23.22	0.08	1.02	6.64	
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. SAN JUAN DE ARAGON	0057		X			X		8	26	14	0.00	23.22	0.08	1.11	6.56	
CLUB CAMPETRE EL COPAL S.A. DE C.V.	0011		X					4	30	10	11.57	34.79	0.47	1.58	6.09	
GAS METROPOLITANO S.A DE C.V.	0026		X					3	33	7	1.88	36.67	0.15	1.72	5.94	
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0025		X					6	39	1	0.83	37.50	0.11	1.83	5.83	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											16.37	<b>53.87</b>	0.88	<b>2.71</b>	<b>4.95</b>	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>					<b>4.95</b>
BDF MEXICO S.A DE C.V	0061	X	X	X	X	X		6	6	34	16.43	16.43	0.63	0.63	4.32	
BDF MEXICO S.A DE C.V	0063	X	X	X	X	X		8	14	26	0.00	16.43	0.08	0.71	4.24	
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0035	X	X	X	X	X		8	22	18	1.56	17.99	0.14	0.85	4.10	
SCANIA DE MEXICO S.A DE C.V.	0015		X			X		6	28	12	1.42	19.41	0.13	0.98	3.97	
LA NUEVA COMPAÑÍA COLONIAL S.A. DE C.V.	0040		X					4	32	8	0.62	20.03	0.10	1.08	3.87	
TRANSFORMADORA INDUSTRIAL METALICA S.A. DE C.V.	0034		X					4	36	4	0.17	20.20	0.09	1.17	3.78	
TRANSPORTES DEL NORTE MEXICO LAREDO Y ANEXAS S.A. DE C.V. VALLEJO	0049		X					2	38	2	0.30	20.50	0.09	1.27	3.69	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											13.10	<b>33.60</b>	0.77	<b>2.04</b>	<b>2.92</b>	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>					<b>2.92</b>
GAS Y SERVICIO SA DE CV	0001		X					6	6	34	16.65	16.65	0.64	0.64	2.28	
EMPRESA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Y DE TRANSPORTES S. DE R.L. DE C.V.	0027		X					8	14	26	1.15	17.80	0.12	0.76	2.16	
PRAXAIR MEXICO S. DE R.L. DE C.V.	0010		X					8	22	18	1.63	19.43	0.14	0.90	2.02	
OKILA S.A. DE C.V.	0033		X			X		3	25	15	3.80	23.23	0.21	1.11	1.81	
AUTOBUSES DE LA PIEDAD S.A. DE C.V.	0018		X					4	29	11	1.82	25.05	0.14	1.25	1.67	
INGENIERIA Y DISEÑO ELECTROMECHANICO S.A. DE C.V.	0012		X					3	32	8	0.04	25.09	0.08	1.34	1.58	
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. VALLEJO	0046		X					2	34	6	1.98	27.07	0.15	1.49	1.43	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											11.23	<b>38.30</b>	1.04	<b>2.53</b>	<b>0.39</b>	

NOMBRE CORTO	INVENTARIO	L	M	Mi	J	V	S	CAPACIDAD (yd3)	ACUMULADO (yd3)	RESTANTE (yd3)	DISTANCIA DESDE P ANT	DISTANCIA RECORRIDA	TIEMPO RECORRIDO (hr)	TIEMPO ACUMULADO (hr)	TIEMPO RESTANTE (hr)
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>				<b>7.67</b>
ESTACIÓN DE SERVICIO SUAVAGE S.A DE C.V	0043			X				3	3	37	21.41	21.41	0.80	0.80	6.87
ESTACION DE SERVICIO VENTA DE CARPIO S.A. DE C.V.	0053			X				3	6	34	4.33	25.74	0.23	1.02	6.64
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V.LAS AMERICAS	0039			X			X	3	9	31	4.86	30.60	0.25	1.27	6.40
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. DOBELAS	0038			X			X	2	11	29	1.50	32.10	0.13	1.40	6.26
REGIO GAS S.A. DE C.V. MORELOS	0060			X			X	6	17	23	7.11	39.21	0.32	1.72	5.94
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. SAN FELIPE	0037			X			X	4	21	19	6.31	45.52	0.29	2.02	5.65
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0035	X	X	X	X	X		8	29	11	16.56	62.08	0.64	2.65	5.01
ACEROS FORTUNA S.A. DE C.V.#31	0029	X		X				3	32	8	5.83	67.91	0.28	2.93	4.74
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>11.59</b>	<b>79.50</b>	<b>0.72</b>	<b>3.65</b>	<b>4.02</b>
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>				<b>4.02</b>
GELATINAS ART S.A. DE C.V.	0062			X			X	8	8	32	38.34	38.34	1.36	1.36	2.66
GELATINAS ART S.A. DE C.V.	0058			X			X	6	14	26	0.00	38.34	0.08	1.44	2.57
BDF MEXICO S.A DE C.V	0063	X	X	X	X	X		8	22	18	15.83	54.17	0.61	2.06	1.96
BDF MEXICO S.A DE C.V	0061	X	X	X	X	X		6	28	12	0.00	54.17	0.08	2.14	1.88
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>15.03</b>	<b>69.20</b>	<b>1.17</b>	<b>3.31</b>	<b>0.71</b>
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>				<b>7.67</b>
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. VALLEJO	0054	X			X			3	3	37	15.42	15.42	0.60	0.60	7.07
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. VALLEJO	0055	X			X			3	6	34	0.00	15.42	0.08	0.68	6.99
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. AZCAPOTZALCO	0041	X			X			3	9	31	1.47	16.89	0.13	0.81	6.85
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. AZCAPOTZALCO	0042	X			X			6	15	25	0.00	16.89	0.08	0.90	6.77
BDF MEXICO S.A DE C.V	0061	X	X	X	X	X		6	21	19	5.37	22.26	0.26	1.16	6.51
BDF MEXICO S.A DE C.V	0063	X	X	X	X	X		8	29	11	0.00	22.26	0.08	1.24	6.42
FLAGASA DE C.V.	0013	X			X			6	35	5	2.67	24.93	0.17	1.41	6.25
FLAGASA DE C.V.	0014	X			X			2	37	3	0.00	24.93	0.08	1.50	6.17
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>12.57</b>	<b>37.50</b>	<b>0.75</b>	<b>2.25</b>	<b>5.42</b>
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>				<b>5.42</b>
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. CEYLAN	0047	X			X			2	2	38	10.35	10.35	0.43	0.43	4.99
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0035	X	X	X	X	X		8	10	30	2.89	13.24	0.18	0.61	4.81
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0036	X			X			8	18	22	0.00	13.24	0.08	0.69	4.73
HARINERA LA ESPIGA S.A DE C.V.	0016	X			X			8	26	14	5.18	18.42	0.26	0.95	4.47
HARINERA LA ESPIGA S.A DE C.V.	0017	X			X			8	34	6	1.00	19.42	0.12	1.06	4.35
SIEGFRIED RUEIN S.A DE C.V.	0022	X			X			4	38	2	1.00	20.42	0.12	1.18	4.24
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>10.78</b>	<b>31.20</b>	<b>0.69</b>	<b>1.87</b>	<b>3.54</b>
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>				<b>3.54</b>
REPRO 3:16 S.A. DE C.V.	0006				X			4	4	36	23.56	23.56	0.87	0.87	2.67
ID MAGO S.A. DE C.V.	0050				X			2	6	30	0.04	23.60	0.08	0.95	2.59
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. FERROVALLE	0045	X			X			2	8	22	18.31	41.91	0.69	1.65	1.90
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. IZTACALA	0052	X			X			3	11	11	1.33	43.24	0.13	1.77	1.77
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>10.56</b>	<b>53.80</b>	<b>1.02</b>	<b>2.79</b>	<b>0.75</b>

Tabla 5. Microruta días Miércoles y Jueves

Tabla 6. Microruta días Viernes y Sabado

NOMBRE CORTO	INVENTARIO	L	M	Mi	J	V	S	CAPACIDAD (yd3)	ACUMULADO (yd3)	RESTANTE (yd3)	DISTANCIA DESDE P ANT	DISTANCIA RECORRIDA	TIEMPO RECORRIDO (hr)	TIEMPO ACUMULADO (hr)	TIEMPO RESTANTE (hr)	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>								<b>40.00</b>								<b>7.67</b>
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. GRAN CANAL	0051					X		2	2	38	33.54	<b>33.54</b>	1.20	1.20	6.47	
SUPER SERVICIO NIZA S.A. DE C.V.	0020					X		2	4	36	5.03	<b>38.57</b>	0.25	1.45	6.21	
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. SAN JUAN DE ARAGON	0048		X			X		2	6	34	12.36	<b>50.93</b>	0.50	1.95	5.72	
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. SAN JUAN DE ARAGON	0057		X			X		6	12	28	0.00	<b>50.93</b>	0.08	2.03	5.64	
BDF MEXICO S.A DE C.V	0061	X	X	X	X	X		6	18	22	11.56	<b>62.49</b>	0.47	2.50	5.17	
BDF MEXICO S.A DE C.V	0063	X	X	X	X	X		8	26	14	0.00	<b>62.49</b>	0.08	2.58	5.08	
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0035	X	X	X	X	X		8	34	6	1.57	<b>64.06</b>	0.14	2.72	4.95	
SCANIA DE MEXICO S.A DE C.V.	0015		X			X		6	40	0	1.43	<b>65.49</b>	0.13	2.85	4.82	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											13.49	<b>78.98</b>	0.78	<b>3.63</b>	<b>4.03</b>	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>								<b>40.00</b>								<b>4.03</b>
SUPER SERVICIO ARAGÓN S.A. DE C.V.	0019					X		3	3	37	27.44	<b>27.44</b>	1.00	1.00	3.04	
OKILA S.A. DE C.V.	0033		X			X		3	6	34	14.18	<b>41.62</b>	0.56	1.55	2.48	
ACEROS FORTUNA S.A. DE C.V.#31	0029	X		X		X		3	9	31	3.51	<b>45.13</b>	0.20	1.75	2.28	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											10.77	<b>55.90</b>	1.03	<b>2.78</b>	<b>1.25</b>	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>								<b>40.00</b>								<b>7.67</b>
GELATINAS ART S.A. DE C.V.	0062			X		X		8	8	32	34.69	<b>34.69</b>	1.24	1.24	6.43	
GELATINAS ART S.A. DE C.V.	0058			X		X		6	14	26	0.00	<b>34.69</b>	0.08	1.32	6.34	
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. SAN FELIPE	0037			X		X		3	17	23	17.11	<b>51.80</b>	0.65	1.98	5.69	
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0023					X		2	19	21	1.93	<b>53.73</b>	0.15	2.12	5.54	
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0024					X		3	22	18	3.30	<b>57.03</b>	0.19	2.32	5.35	
SUPER SERVICIO META S.A. DE C.V.	0021					X		3	25	15	3.48	<b>60.51</b>	0.20	2.52	5.15	
REGIO GAS S.A. DE C.V. MORELOS	0060			X		X		6	31	9	0.84	<b>61.35</b>	0.11	2.63	5.04	
JOSE GOMEZ CAMACHO, S.A. DE CV.	0003					X		2	33	7	7.38	<b>68.73</b>	0.33	2.96	4.71	
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. 1o DE MAYO	0044					X		2	35	5	2.72	<b>71.45</b>	0.17	3.13	4.54	
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V.LAS AMERICAS	0039			X		X		3	38	2	1.26	<b>72.71</b>	0.13	3.26	4.41	
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. DOBELAS	0038			X		X		2	40	0	0.86	<b>73.57</b>	0.11	3.37	4.30	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											26.33	<b>99.90</b>	1.54	<b>4.91</b>	<b>2.75</b>	

La ruta propuesta queda de la siguiente manera:

RUTA PROPUESTA CON RECOLECCIÓN A "GELATINAS ART"								
NOMBRE CORTO	INVENTARIO	L	M	Mi	J	V	S	
GAS Y SERVICIO SA DE CV	0001		X					
INDUSTRIAL MEXICANA DE HULES	0002	X						
JOSE GOMEZ CAMACHO, S.A. DE CV.	0003							X
PROMOCIONES NACIONALES DE MUEBLES	0004	X						
TOALLAS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.	0005	X						
REPRO 3:16 S.A. DE C.V.	0006				X			
MAQUILADOS DE ELASTOMEROS S.A. DE C.V.	0007		X					
MAQUILADOS DE ELASTOMEROS S.A. DE C.V.	0008		X					
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. CEYLAN	0009	X						
PRAXAIR MEXICO S. DE R.L. DE C.V.	0010		X					
CLUB CAMPETRE EL COPAL S.A. DE C.V.	0011		X					
INGENIERIA Y DISEÑO ELECTROMECHANICO S.A. DE C.V.	0012		X					
FLAGASA DE C.V.	0013	X			X			
FLAGASA DE C.V.	0014	X			X			
SCANIA DE MEXICO S.A DE C.V.	0015		X			X		
HARINERA LA ESPIGA S.A DE C.V.	0016	X			X			
HARINERA LA ESPIGA S.A DE C.V.	0017	X			X			
AUTOBUSES DE LA PIEDAD S.A. DE C.V.	0018		X					
SUPER SERVICIO ARAGÓN S.A. DE C.V.	0019					X		
SUPER SERVICIO NIZA S.A. DE C.V.	0020					X		
SUPER SERVICIO META S.A. DE C.V.	0021							X
SIEGFRIED RUEIN S.A DE C.V.	0022	X			X			
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0023							X
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0024							X
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0025		X					
GAS METROPOLITANO S.A DE C.V.	0026		X					
EMPRESA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Y DE TRANSPORTES S. DE R.L. DE C.V.	0027		X					
ACEROS FORTUNA S.A. DE C.V. #21	0028	X						
ACEROS FORTUNA S.A. DE C.V.#31	0029	X		X		X		
MULTICARGA S.A. DE C.V.	0030	X						
DISEÑO Y METALMECANICA S.A. DE C.V.	0031	X						
LO MEJOR EN LIMPIEZA Y BRILLO (CETRAM FORTUNA)	0032	X						
OKILA S.A. DE C.V.	0033		X			X		
TRANSFORMADORA INDUSTRIAL METALICA S.A. DE C.V.	0034		X					
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0035	X	X	X	X	X		
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0036	X			X			
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. SAN FELIPE	0037			X				X
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. DOBELAS	0038			X				X
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V.LAS AMERICAS	0039			X				X
LA NUEVA COMPAÑÍA COLONIAL S.A. DE C.V.	0040		X					
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. AZCAPOTZALCO	0041	X			X			
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. AZCAPOTZALCO	0042	X			X			
ESTACIÓN DE SERVICIO SUAVAGE S.A DE C.V	0043			X				
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. 1o DE MAYO	0044							X
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. FERROVALLE	0045	X			X			
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. VALLEJO	0046		X					
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. CEYLAN	0047	X			X			
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. SAN JUAN DE ARAGON	0048		X			X		
TRANSPORTES DEL NORTE MEXICO LAREDO Y ANEXAS S.A. DE C.V. VALLEJO	0049		X					
ID MAGO S.A. DE C.V.	0050				X			
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. GRAN CANAL	0051					X		
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. IZTACALA	0052	X			X			
ESTACION DE SERVICIO VENTA DE CARPIO S.A. DE C.V.	0053			X				
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. VALLEJO	0054	X			X			
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. VALLEJO	0055	X			X			
SIEGFRIED RUEIN S.A DE C.V.	0056	X						
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. SAN JUAN DE ARAGON	0057		X			X		
GELATINAS ART S.A. DE C.V.	0058			X				X
COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA DE PERIODICOS, LIBROS Y REVISTAS S.A. DE C.V.	0059	X						
REGIO GAS S.A. DE C.V. MORELOS	0060			X				X
BDF MEXICO S.A DE C.V	0061	X	X	X	X	X		
GELATINAS ART S.A. DE C.V.	0062			X				X
BDF MEXICO S.A DE C.V	0063	X	X	X	X	X		

Tabla 7. Ruta propuesta con la recolección en "GELATINAS ART SA DECV"

Anteriormente se mencionó que el generador “GELATINAS ART SA DE CV” se encuentra a una distancia considerable del relleno sanitario (35 km) y que además no tiene algún otro generador cercano que pudiese ser recolectado en el mismo viaje. De tal manera que se hizo otra microruta sin tomar en cuenta este generador para ver si descartando a este generador la optimización mejora.

Tabla 8. Microruta 2 día Lunes

NOMBRE CORTO	INVENTARIO	L	M	Mi	J	V	S	CAPACIDAD (yd3)	ACUMULADO (yd3)	RESTANTE (yd3)	DISTANCIA DESDE P ANT	DISTANCIA RECORRIDA	TIEMPO RECORRIDO (hr)	TIEMPO ACUMULADO (hr)	TIEMPO RESTANTE (hr)	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>										<b>40.00</b>						7.67
LO MEJOR EN LIMPIEZA Y BRILLO (CETRAM FORTUNA)	0032	X						6	6	34	13.59	13.59	0.54	0.54	7.13	
MULTICARGA S.A. DE C.V.	0030	X						2	8	32	1.14	14.73	0.12	0.66	7.01	
FLAGASA DE C.V.	0013	X			X			6	14	26	1.55	16.28	0.14	0.79	6.87	
FLAGASA DE C.V.	0014	X			X			2	16	24	0.00	16.28	0.08	0.88	6.79	
INDUSTRIAL MEXICANA DE HULES	0002	X						4	20	20	0.03	16.31	0.08	0.96	6.71	
SIEGFRIED RUEIN S.A DE C.V.	0056	X						3	23	17	1.14	17.45	0.12	1.08	6.59	
ACEROS FORTUNA S.A. DE C.V.#31	0029	X		X		X		3	26	14	5.06	22.51	0.25	1.33	6.33	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											12.79	35.30	0.76	2.09	5.57	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>										<b>40.00</b>						5.57
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. FERROVALLE	0045	X			X			2	2	38	10.80	10.80	0.44	0.44	5.13	
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. IZTACALA	0052	X			X			3	5	35	1.34	12.14	0.13	0.57	5.00	
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. VALLEJO	0054	X			X			3	8	32	6.48	18.62	0.30	0.87	4.70	
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. VALLEJO	0055	X			X			3	11	29	0.00	18.62	0.08	0.95	4.62	
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. AZCAPOTZALCO	0041	X			X			3	14	26	1.46	20.08	0.13	1.09	4.49	
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. AZCAPOTZALCO	0042	X			X			6	20	20	0.00	20.08	0.08	1.17	4.40	
BDF MEXICO S.A DE C.V	0061	X	X	X	X	X		6	26	14	4.86	24.94	0.25	1.41	4.16	
BDF MEXICO S.A DE C.V	0063	X	X	X	X	X		8	34	6	0.00	24.94	0.08	1.50	4.08	
SIEGFRIED RUEIN S.A DE C.V.	0022	X			X			4	38	2	1.52	26.46	0.13	1.63	3.94	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											13.84	40.30	0.79	2.43	3.15	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>										<b>40.00</b>						3.15
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. CEYLAN	0047	X			X			2	2	38	10.35	10.35	0.43	0.43	2.72	
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0035	X	X	X	X	X		8	10	30	3.57	13.92	0.20	0.63	2.52	
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0036	X			X			8	18	22	0.00	13.92	0.08	0.71	2.43	
HARINERA LA ESPIGA S.A DE C.V.	0016	X			X			8	26	14	1.38	15.30	0.13	0.84	2.30	
HARINERA LA ESPIGA S.A DE C.V.	0017	X			X			8	34	6	0.00	15.30	0.08	0.93	2.22	
TOALLAS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.	0005	X						3	37	3	6.94	22.24	0.31	1.24	1.91	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											6.66	28.90	0.89	2.13	1.02	

Tabla 9. Microruta 2 día Martes

NOMBRE CORTO	INVENTARIO	L	M	Mi	J	V	S	CAPACIDAD (yd3)	ACUMULADO (yd3)	RESTANTE (yd3)	DISTANCIA DESDE P ANT	DISTANCIA RECORRIDA	TIEMPO RECORRIDO (hr)	TIEMPO ACUMULADO (hr)	TIEMPO RESTANTE (hr)	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>					<b>7.67</b>
MAQUILADOS DE ELASTOMEROS S.A. DE C.V.	0007	X						8	8	32	23.22	23.22	0.86	0.86	6.81	
MAQUILADOS DE ELASTOMEROS S.A. DE C.V.	0008	X						8	16	24	0.00	23.22	0.08	0.94	6.73	
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. SAN JUAN DE ARAGON	0048	X			X			2	18	22	0.00	23.22	0.08	1.02	6.64	
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. SAN JUAN DE ARAGON	0057	X			X			8	26	14	0.00	23.22	0.08	1.11	6.56	
CLUB CAMPETRE EL COPAL S.A. DE C.V.	0011	X						4	30	10	11.57	34.79	0.47	1.58	6.09	
GAS METROPOLITANO S.A DE C.V.	0026	X						3	33	7	1.88	36.67	0.15	1.72	5.94	
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0025	X						6	39	1	0.83	37.50	0.11	1.83	5.83	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>16.37</b>	<b>53.87</b>	<b>0.88</b>	<b>2.71</b>	<b>4.95</b>	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>					<b>4.95</b>
BDF MEXICO S.A DE C.V	0061	X	X	X	X	X		6	6	34	16.43	16.43	0.63	0.63	4.32	
BDF MEXICO S.A DE C.V	0063	X	X	X	X	X		8	14	26	0.00	16.43	0.08	0.71	4.24	
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0035	X	X	X	X	X		8	22	18	1.56	17.99	0.14	0.85	4.10	
SCANIA DE MEXICO S.A DE C.V.	0015	X				X		6	28	12	1.42	19.41	0.13	0.98	3.97	
LA NUEVA COMPAÑÍA COLONIAL S.A. DE C.V.	0040	X						4	32	8	0.62	20.03	0.10	1.08	3.87	
TRANSFORMADORA INDUSTRIAL METALICA S.A. DE C.V.	0034	X						4	36	4	0.17	20.20	0.09	1.17	3.78	
TRANSPORTES DEL NORTE MEXICO LAREDO Y ANEXAS S.A. DE C.V. VALLEJO	0049	X						2	38	2	0.30	20.50	0.09	1.27	3.69	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>13.10</b>	<b>33.60</b>	<b>0.77</b>	<b>2.04</b>	<b>2.92</b>	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>					<b>2.92</b>
GAS Y SERVICIO SA DE CV	0001	X						6	6	34	15.91	15.91	0.61	0.61	2.30	
EMPRESA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Y DE TRANSPORTES S. DE R.L. DE C.V.	0027	X						8	14	26	1.19	17.10	0.12	0.74	2.18	
PRAXAIR MEXICO S. DE R.L. DE C.V.	0010	X						8	22	18	1.61	18.71	0.14	0.87	2.04	
OKILA S.A. DE C.V.	0033	X				X		3	25	15	4.83	23.54	0.24	1.12	1.80	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>13.16</b>	<b>36.70</b>	<b>1.11</b>	<b>2.22</b>	<b>0.69</b>	



NOMBRE CORTO	INVENTARIO	L	M	Mi	J	V	S	CAPACIDAD (yd3)	ACUMULADO (yd3)	RESTANTE (yd3)	DISTANCIA DESDE P ANT	DISTANCIA RECORRIDA	TIEMPO RECORRIDO (hr)	TIEMPO ACUMULADO (hr)	TIEMPO RESTANTE (hr)	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>					<b>7.67</b>
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V.LAS AMERICAS	0039			X			X	3	3	37	25.27	25.27	0.93	0.93	6.74	
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. DOBELAS	0038			X			X	2	5	35	1.49	26.76	0.13	1.06	6.61	
REGIO GAS S.A. DE C.V. MORELOS	0060			X			X	6	11	29	7.15	33.91	0.32	1.38	6.29	
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. SAN FELIPE	0037			X			X	3	14	26	6.28	40.19	0.29	1.67	5.99	
BDF MEXICO S.A DE C.V	0061	X	X	X	X	X		6	20	20	11.90	52.09	0.48	2.15	5.51	
BDF MEXICO S.A DE C.V	0063	X	X	X	X	X		8	28	12	0.00	52.09	0.08	2.24	5.43	
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0035	X	X	X	X	X		8	36	4	1.57	53.66	0.14	2.37	5.29	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>13.24</b>	<b>66.90</b>	<b>0.77</b>	<b>3.15</b>	<b>4.52</b>	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>					<b>4.52</b>
PROMOCIONES NACIONALES DE MUEBLES	0004			X				2	2	38	9.42	9.42	0.40	0.40	4.12	
ACEROS FORTUNA S.A. DE C.V.#31	0029	X		X		X		3	3	35	11.28	11.28	0.46	0.86	3.66	
ACEROS FORTUNA S.A. DE C.V. #21	0028			X				2	5	33	0.12	11.40	0.09	0.94	3.58	
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. VALLEJO	0046			X				2	7	31	0.77	12.17	0.11	1.05	3.47	
AUTOBUSES DE LA PIEDAD S.A. DE C.V.	0018			X				4	11	27	2.49	14.66	0.17	1.22	3.30	
INGENIERIA Y DISEÑO ELECTROMECANICO S.A. DE C.V.	0012			X				3	14	24	0.05	14.71	0.09	1.30	3.22	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>12.69</b>	<b>27.40</b>	<b>1.09</b>	<b>2.39</b>	<b>2.13</b>	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>					<b>7.67</b>
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. IZTACALA	0052	X			X			3	3	37	9.86	9.86	0.41	0.41	7.25	
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. VALLEJO	0054	X			X			3	6	34	3.21	13.07	0.19	0.60	7.06	
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. VALLEJO	0055	X			X			3	9	31	0.00	13.07	0.08	0.69	6.98	
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. AZCAPOTZALCO	0041	X			X			3	12	28	6.44	19.51	0.30	0.98	6.68	
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. AZCAPOTZALCO	0042	X			X			6	18	22	0.00	19.51	0.08	1.07	6.60	
BDF MEXICO S.A DE C.V	0061	X	X	X	X	X		6	24	16	4.88	24.39	0.25	1.31	6.35	
BDF MEXICO S.A DE C.V	0063	X	X	X	X	X		8	32	8	0.00	24.39	0.08	1.40	6.27	
FLAGASA DE C.V.	0013	X			X			6	38	2	3.67	28.06	0.21	1.60	6.06	
FLAGASA DE C.V.	0014	X			X			2	40	0	0.00	28.06	0.08	1.69	5.98	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>11.54</b>	<b>39.60</b>	<b>0.72</b>	<b>2.40</b>	<b>5.26</b>	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>40.00</b>					<b>5.26</b>
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. FERROVALLE	0045	X			X			2	2	38	8.21	8.21	0.36	0.36	4.91	
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0035	X	X	X	X	X		8	10	30	9.98	18.19	0.42	0.77	4.49	
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0036	X			X			8	18	22	0.00	18.19	0.08	0.86	4.41	
HARINERA LA ESPIGA S.A DE C.V.	0016	X			X			8	26	14	1.38	19.57	0.13	0.99	4.28	
HARINERA LA ESPIGA S.A DE C.V.	0017	X			X			8	34	6	0.00	19.57	0.08	1.07	4.19	
SIEGFRIED RUEIN S.A DE C.V.	0022	X			X			4	38	2	2.51	22.08	0.17	1.24	4.03	
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. CEYLAN	0047	X			X			2	40	0	3.22	25.30	0.19	1.43	3.84	
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											<b>11.20</b>	<b>36.50</b>	<b>1.04</b>	<b>2.47</b>	<b>2.80</b>	

NOMBRE CORTO	INVENTARIO	L	M	MI	J	V	S	CAPACIDAD (yd3)	ACUMULADO (yd3)	RESTANTE (yd3)	DISTANCIA DESDE P ANT	DISTANCIA RECORRIDA	TIEMPO RECORRIDO (hr)	TIEMPO ACUMULADO (hr)	TIEMPO RESTANTE (hr)
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>										<b>40.00</b>					<b>7.67</b>
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. GRAN CANAL	0051					X		2	2	38	33.54	33.54	1.20	1.20	6.47
SUPER SERVICIO NIZA S.A. DE C.V.	0020					X		2	4	36	5.03	38.57	0.25	1.45	6.21
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. SAN JUAN DE ARAGON	0048		X			X		2	6	34	12.36	50.93	0.50	1.95	5.72
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. SAN JUAN DE ARAGON	0057		X			X		6	12	28	0.00	50.93	0.08	2.03	5.64
BDF MEXICO S.A. DE C.V.	0061	X	X	X	X	X		6	18	22	11.56	62.49	0.47	2.50	5.17
BDF MEXICO S.A. DE C.V.	0063	X	X	X	X	X		8	26	14	0.00	62.49	0.08	2.58	5.08
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0035	X	X	X	X	X		8	34	6	1.57	64.06	0.14	2.72	4.95
SCANIA DE MEXICO S.A. DE C.V.	0015		X			X		6	40	0	1.43	65.49	0.13	2.85	4.82
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											13.49	<b>78.98</b>	0.78	<b>3.63</b>	<b>4.03</b>
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>										<b>40.00</b>					<b>4.03</b>
SUPER SERVICIO ARAGÓN S.A. DE C.V.	0019					X		3	3	37	27.44	27.44	1.00	1.00	3.04
OKILA S.A. DE C.V.	0033		X			X		3	6	34	14.18	41.62	0.56	1.55	2.48
ACEROS FORTUNA S.A. DE C.V.#31	0029	X		X		X		3	9	31	3.51	45.13	0.20	1.75	2.28
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											10.77	<b>55.90</b>	1.03	<b>2.78</b>	<b>1.25</b>
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>										<b>40.00</b>					<b>7.67</b>
ESTACIÓN DE SERVICIO SUAVAGE S.A. DE C.V.	0043					X		3	3	37	21.38	21.38	0.80	0.80	6.87
ESTACION DE SERVICIO VENTA DE CARPIO S.A. DE C.V.	0053					X		3	6	34	4.39	25.77	0.23	1.03	6.64
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. 1o DE MAYO	0044					X		2	8	32	4.18	29.95	0.22	1.25	6.42
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V.LAS AMERICAS	0039		X			X		3	11	29	1.27	31.22	0.13	1.37	6.29
JOSE GOMEZ CAMACHO, S.A. DE C.V.	0003					X		3	14	26	2.56	33.78	0.17	1.54	6.12
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. DOBELAS	0038		X			X		2	16	24	1.96	35.74	0.15	1.69	5.98
REPRO 3:16 S.A. DE C.V.	0006			X				4	20	20	6.38	42.12	0.30	1.99	5.68
ID MAGO S.A. DE C.V.	0050			X				2	22	18	0.04	42.16	0.08	2.07	5.59
REGIO GAS S.A. DE C.V. MORELOS	0060		X			X		6	28	12	1.68	43.84	0.14	2.21	5.46
SUPER SERVICIO META S.A. DE C.V.	0021					X		3	31	9	1.39	45.23	0.13	2.34	5.33
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0024					X		3	34	6	4.27	49.50	0.23	2.57	5.10
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. SAN FELIPE	0037		X			X		3	37	3	3.85	53.35	0.21	2.78	4.89
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0023					X		2	39	1	1.93	55.28	0.15	2.93	4.74
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											21.42	<b>76.70</b>	1.05	<b>3.97</b>	<b>3.69</b>
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>										<b>40.00</b>					<b>3.69</b>
DISEÑO Y METALMECANICA S.A. DE C.V.	0031					X		8	8	32	16.06	16.06	0.62	0.62	3.07
COMPañÍA DISTRIBUIDORA DE PERIODICOS, LIBROS Y REVISTAS S.A. DE C.V.	0059					X		6	14	26	1.03	17.09	0.12	0.74	2.96
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. CEYLAN	0009					X		2	16	24	5.00	22.09	0.25	0.99	2.71
PROMOCIONES NACIONALES DE MUEBLES	0004					X		2	18	22	1.42	23.51	0.13	1.12	2.58
<b>RELLENO SANITARIO TLANEPANTLA</b>											9.79	<b>33.30</b>	0.99	<b>2.11</b>	<b>1.58</b>

Tabla 11. Microrruta 2 dias Viernes y Sabado

La ruta propuesta sin la recolección del “GELATINAS ART SA DE CV” queda de la siguiente manera:

**RUTA PROPUESTA SIN RECOLECCIÓN A "GELATINAS ART"**

NOMBRE CORTO	INVENTARIO	L	M	Mi	J	V	S
GAS Y SERVICIO SA DE CV	0001		X				
INDUSTRIAL MEXICANA DE HULES	0002	X					
JOSE GOMEZ CAMACHO, S.A. DE CV.	0003						X
PROMOCIONES NACIONALES DE MUEBLES	0004			X			
TOALLAS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.	0005	X					
REPRO 3:16 S.A. DE C.V.	0006				X		
MAQUILADOS DE ELASTOMEROS S.A. DE C.V.	0007		X				
MAQUILADOS DE ELASTOMEROS S.A. DE C.V.	0008		X				
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. CEYLAN	0009						X
PRAXAIR MEXICO S. DE R.L. DE C.V.	0010		X				
CLUB CAMPETRE EL COPAL S.A. DE C.V.	0011		X				
INGENIERIA Y DISEÑO ELECTROMECHANICO S.A. DE C.V.	0012			X			
FLAGASA DE C.V.	0013	X			X		
FLAGASA DE C.V.	0014	X			X		
SCANIA DE MEXICO S.A DE C.V.	0015		X			X	
HARINERA LA ESPIGA S.A DE C.V.	0016	X			X		
HARINERA LA ESPIGA S.A DE C.V.	0017	X			X		
AUTOBUSES DE LA PIEDAD S.A. DE C.V.	0018			X			
SUPER SERVICIO ARAGÓN S.A. DE C.V.	0019					X	
SUPER SERVICIO NIZA S.A. DE C.V.	0020					X	
SUPER SERVICIO META S.A. DE C.V.	0021						X
SIEGFRIED RUEIN S.A DE C.V.	0022	X			X		
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0023						X
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0024						X
METROCARBURACIÓN S. DE R.L DE C.V.	0025		X				
GAS METROPOLITANO S.A DE C.V.	0026		X				
EMPRESA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Y DE TRANSPORTES S. DE R.L. DE C.V.	0027		X				
ACEROS FORTUNA S.A. DE C.V. #21	0028			X			
ACEROS FORTUNA S.A. DE C.V.#31	0029	X		X		X	
MULTICARGA S.A. DE C.V.	0030	X					
DISEÑO Y METALMECANICA S.A. DE C.V.	0031						X
LO MEJOR EN LIMPIEZA Y BRILLO (CETRAM FORTUNA)	0032	X					
OKILA S.A. DE C.V.	0033		X			X	
TRANSFORMADORA INDUSTRIAL METALICA S.A. DE C.V.	0034		X				
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0035	X	X	X	X	X	
HERRAJES Y ACABADOS METALICOS S.A. DE C.V.	0036	X			X		
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. SAN FELIPE	0037			X			X
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. DOBELAS	0038			X			X
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V.LAS AMERICAS	0039			X			X
LA NUEVA COMPAÑÍA COLONIAL S.A. DE C.V.	0040		X				
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. AZCAPOTZALCO	0041	X			X		
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. AZCAPOTZALCO	0042	X			X		
ESTACIÓN DE SERVICIO SUAVAGE S.A DE C.V	0043						X
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. 1o DE MAYO	0044						X
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. FERROVALLE	0045	X			X		
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. VALLEJO	0046			X			
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. CEYLAN	0047	X			X		
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. SAN JUAN DE ARAGON	0048		X			X	
TRANSPORTES DEL NORTE MEXICO LAREDO Y ANEXAS S.A. DE C.V. VALLEJO	0049		X				
ID MAGO S.A. DE C.V.	0050				X		
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. GRAN CANAL	0051					X	
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS S.A. DE C.V. IZTACALA	0052	X			X		
ESTACION DE SERVICIO VENTA DE CARPIO S.A. DE C.V.	0053						X
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. VALLEJO	0054	X			X		
ALMACENADORA ACCEL S.A DE C.V. VALLEJO	0055	X			X		
SIEGFRIED RUEIN S.A DE C.V.	0056	X					
ALMACENADORA ACCEL S.A. DE C.V. SAN JUAN DE ARAGON	0057		X			X	
COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA DE PERIODICOS, LIBROS Y REVISTAS S.A. DE C.V.	0059						X
REGIO GAS S.A. DE C.V. MORELOS	0060			X			X
BDF MEXICO S.A DE C.V	0061	X	X	X	X	X	
BDF MEXICO S.A DE C.V	0063	X	X	X	X	X	

Tabla 12. Ruta propuesta sin la recolección en “GELATINAS ART SA DECV”

A continuación se presentan los resultados obtenidos al comparar estas dos nuevas rutas con la ruta original.

	RUTA ORIGINAL	RUTA PROPUESTA 1		RUTA PROPUESTA 2	
<b>TIEMPO DE RECORRIDO (hr)</b>					
Lunes	6.48	7.26		6.65	
Martes	6.83	7.28		6.97	
Miercoles	6.18	6.96		6.97	
Jueves	8.85	6.92		4.87	
Viernes	7.39	6.41		6.41	
Sabados	8.90	4.91		6.08	
TOTAL SEMANAL	44.63	39.74	-4.89	37.96	-6.67
TOTAL MENSUAL	178.53	158.95	-19.57	151.84	-26.69
TOTAL ANUAL	2,320.86	2,066.39	-254.47	1,973.95	-346.91
<b>COSTO HORARIO (\$/hr)</b>					
			<b>DIFERENCIA</b>		<b>DIFERENCIA</b>
Lunes	\$3,718.19	\$4,165.52	\$447.33	\$3,813.78	\$95.58
Martes	\$3,918.92	\$4,172.59	\$253.68	\$3,998.63	\$79.72
Miercoles	\$3,543.08	\$3,989.65	\$446.57	\$3,998.63	\$455.55
Jueves	\$5,074.14	\$3,966.71	-\$1,107.43	\$2,792.95	-\$2,281.19
Viernes	\$4,238.17	\$3,677.66	-\$560.50	\$3,677.66	-\$560.50
Sabados	\$5,103.96	\$2,817.80	-\$2,286.16	\$3,488.79	-\$1,615.17
TOTAL SEMANAL	\$25,596.45	\$22,789.93	-\$2,806.52	\$21,770.44	-\$3,826.01
TOTAL MENSUAL	\$102,385.81	\$91,159.74	-\$11,226.07	\$87,081.77	-\$15,304.04
TOTAL ANUAL	\$1,331,015.50	\$1,185,076.58	-\$145,938.93	\$1,132,063.00	-\$198,952.50
<b>DISTANCIA RECORRIDA (km)</b>					
			<b>DIFERENCIA</b>		<b>DIFERENCIA</b>
Lunes	124.50	110.40	14.10	104.50	20.00
Martes	122.50	125.77	-3.27	124.17	-1.67
Miercoles	125.34	148.70	-23.36	66.90	58.44
Jueves	165.43	122.50	42.93	76.10	89.33
Viernes	139.20	134.88	4.32	134.88	4.32
Sabados	173.50	99.90	73.60	110.00	63.50
TOTAL SEMANAL	850.47	742.15	108.32	616.55	233.92
TOTAL MENSUAL	3,401.88	2,968.60	433.28	2,466.20	935.68
TOTAL ANUAL	44,224.44	38,591.80	5,632.64	32,060.60	12,163.84

Tabla 13. Comparación de las rutas obtenidas.

Los precios que tiene PROACTIVA por recolección y renta de contenedores son los siguientes:

LISTA DE PRECIOS AÑO 2010

FRECUENCIA (SER/MES)	2 yd <sup>3</sup> 1 m <sup>3</sup> 8 tambos	3 yd <sup>3</sup> 2 m <sup>3</sup> 11 tambos	4 yd <sup>3</sup> 3 m <sup>3</sup> 15 tambos	6 yd <sup>3</sup> 4 m <sup>3</sup> 23 tambos	8 yd <sup>3</sup> 6 m <sup>3</sup> 30 tambos
4	\$1,331	\$1,645	\$1,999	\$2,333	\$2,747
8	\$2,007	\$2,497	\$3,060	\$2,640	\$4,741
12	\$2,614	\$3,357	\$4,197	\$5,272	\$6,810
16	\$2,235	\$4,254	\$5,437	\$7,206	\$8,888
20	\$3,845	\$5,305	\$6,657	\$8,434	\$11,065
24	\$4,466	\$6,105	\$7,642	\$9,623	\$11,902
28	\$5,077	\$7,021	\$8,823	\$11,208	\$13,881
EXTRA	\$366	\$450	\$608	\$891	\$1,204

RENTA DE CONTENEDORES

yd3	PRECIO	VIDA ÚTIL (meses)	COSTO 80%	OTROS 20%	TOTAL MENSUAL
2	\$6,495	60	\$108.25	\$27.06	\$135.31
3	\$7,625	60	\$127.08	\$31.77	\$158.85
4	\$8,623	60	\$143.72	\$35.93	\$179.65
6	\$10,732	60	\$178.87	\$44.72	\$223.58
8	\$12,042	60	\$200.70	\$50.18	\$250.88

Tabla 14- Precios por renta y recolección de contenedores.

Los ingresos mensuales para PROACTIVA obtenidos por estas 63 empresas que contrataron el servicio es de \$176,373.9. Este valor se obtuvo de la suma de cada renta y del cargo por servicio de recolección por generador. En la siguiente tabla se muestran las utilidades que tendría cada una de la rutas.

<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$ 176,373.90</b>
UTILIDADES C/R. ORIGINAL	\$ 73,988.09
PORCENTAJE	41.95%
UTILIDADES CON PROPUESTA 1	\$ 85,214.16
PORCENTAJE	48.31%
UTILIDADES CON PROPUESTA 2	\$ 89,292.13
PORCENTAJE	50.63%

Tabla 15. Utilidades por ruta.

## 5 Conclusiones y recomendaciones

El objetivo de este trabajo era diseñar una ruta de recolección de residuos sólidos de manejo especial en el valle de México que optimizara la ruta ya existente. Este mismo se alcanzó al obtener una primera nueva ruta que hizo más viable, económicamente hablando, el hacer la recolección de residuos de manejo especial a todos los mismos generadores. No obstante al éxito obtenido, se busco otra posibilidad eliminando la recolección en un generador que, además de estar a una gran distancia del relleno sanitario, lugar de la disposición final y también lugar de encierro del camión recolector, no cuenta con otros sitios de recolección cercanos a este mismo que pudieran ser recolectados el mismo día y en la misma ruta.

Existe una diferencia anual de \$145,938,93 en la ruta propuesta número uno y de \$198,952.2 en la ruta propuesta número dos respecto a la ruta original, estas diferencias nos dicen claramente que si hubo una mejora al erradicar la recolección en el generador “GELATINAS ART SA DE CV”, sin embargo no se considera que dejar de recolectar a este generador sea una mejor opción ya que es muy poca la diferencia que existe entre recolectarlo y no recolectarlo. Además se considera que no es adecuado dejar de atender a un cliente porque esta situación puede crear mala fama y esta tendría consecuencias futuras.

Debido a esta situación la recomendación que se da a PROACTIVA AMBIENTE es la seguir recolectando a este generador, publicar y promocionar la recolección de residuos de manejo especial en esta zona para que sea más factible recolectar este generador y se abatan muchos costos por ir a recolectar este generador.

Sin embargo, viendo los resultados de una manera más fría, evidentemente la mejor opción es no hacer la recolección a este generador “GELATINAS ART SA DE CV”, porque hacerlo significaría una reducción de casi \$200,000.00 anuales. El ahorro también se ve reflejado en el desgaste del camión porque, como ya fue visto anteriormente, las rutas propuestas recorren menos distancia que la original.

## 6 Referencias

Sakurai, D. K. (1980). Diseño de las rutas de recolección de residuos sólidos. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Medio Ambiente.

SEDESOL. (1997). Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos municipales.

SEDESOL. (1998). Manual para el diseño de rutas de recolección de residuos municipales.

SEGOB. (2004). *Administración de los Residuos Sólidos en el Municipio*. Consultada en [http://www.inafed.gob.mx/wb/ELOCAL/ELOC\\_Administracion\\_de\\_los\\_residuos\\_solidos\\_en\\_](http://www.inafed.gob.mx/wb/ELOCAL/ELOC_Administracion_de_los_residuos_solidos_en_)